

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Liberec 2012

Hana Trachtová

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: Textilní a oděvní návrhářství

**Návrh dětského ošacení s fotochromním pigmentem
jako dozimetru UV-A záření**

**The proposal children's clothing with photochromics; as
dosimeter UV-A radiation**

Hana Trachtová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martina Víková, PhD.

Konzultant bakalářské práce: doc. akademický malíř Svatoslav Krotký

Počet stran61

Počet obrázků40

Počet tabulek9

Zadání BP

(Originál)

Prohlášení

(originál)

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala paní Ing. Martině Vikové, PhD a panu Doc. Ing. Michalovi Vikovi, PhD. za jejich cenné rady, neuvěřitelnou trpělivost a ochotu při vedení této bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala rodičům a blízkým, jmenovitě především Bc. Karolíně Dědičové a Radce Trachtové za jejich podporu a důvěru.

Anotace

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout motivy k potisku na ošacení pro batolata, děti předškolního a školního věku s využitím fotochromních pigmentů jako dozimetru UV-A záření.

V teoretické části byly popsány poznatky z oblasti fotochromismu a fotochromních barviv. Přičemž se větší část zabývá využitím fotochromních pigmentů. Dále zde byly shrnuty poznatky o ultrafialovém záření a fyziologii vidění. Pro pochopení experimentální části zde bylo pojednáno o metodách vizuálního hodnocení barevnosti.

Experimentální část se skládá ze dvou hlavních úloh. První byly samotné návrhy. Druhou částí bylo subjektivní hodnocení změny barevné odchylky v různých vzdálenostech od použitého zdroje osvětlení prostřednictvím skupiny pozorovatelů.

Anotation

The aim of this bachelor work was to propose the motives for printing in the clothing for babies, pre-school children and school-age kids using photochromic pigments as dosimeter UV-A radiation.

In the theoretical part was described knowledge from the findings of the photochromism and photochromic coloring matters. The greater part deals with using photochromic pigments. There was also summarised knowledge of ultra-violet radiation and physiology vision. For the understanding of the experimental part was dealt with methods of visual assessment of the color.

The experimental part is composed of two of the main tasks. The first one was the proposals itself and the second part was subjective evaluation changes of the color derogations at different distances from used resources of lighting through the group of observers.

Klíčová slova

Fotochromismus, design, fotochromní barviva, UV záření, vizuální hodnocení

Key Words

Photochromism, design, photochromic dyestuff, UV radiation, visual assessment

Obsah

Úvod.....	9
I. Teoretická část.....	10
1. Ultrafialové záření.....	10
1.1. Působení UV záření na organismus.....	13
2. Fotochromismus.....	16
3. Fotochromní barviva a design.....	17
4. Využití fotochromních barviv.....	20
4.1. Aplikace v oční optice.....	20
4.2. Tisk a aplikace fotochromních barviv v textilním průmyslu.....	22
4.3. Optické paměti a přepínače.....	23
4.4. Využití fotochromních barviv jako senzorického systému pro monitorování intenzity UV-A záření.....	26
5. Fyziologie vidění.....	27
5.1. Rozdělení poruch vnímání barevnosti.....	29
6. Vizualní hodnocení barev.....	30
6.1. Podmínky pro vizualní hodnocení barevnosti.....	30
II. Experimentální část.....	31
1. Vlastní návrhy.....	31
2. Vizualní hodnocení.....	38
3. Výsledky subjektivního hodnocení.....	49
4. Vyhodnocení vnitro-pozorovatelské shody.....	50
5. Mezi-pozorovatelská shoda.....	52
6. Ozářenost	55
Diskuse.....	57
Závěr.....	58
Seznam použité literatury.....	60

Seznam použitých zkratek a symbolů

atd.	- a tak dále
cm	- centimetr
dV	- evropská norma
nm	- nanometr
UV	- ultrafialový
UVA	- ultrafialové záření typu A
UVB	- ultrafialové záření typu B
UVC	- ultrafialové záření typu C
NUV	- blízké záření
DUV	- hluboké ultrafialové záření
FUV, VUV	- daleké záření
EUV, XUV	- extrémní hluboké záření
CO	- oxid uhelnatý
MICs	- mikrokapsle
ODS	- optické ukládání dat
CD-W	- přepisovatelné kompaktní disky
CD-R	- zapisovatelné kompaktní disky
DVD	- digitální víceúčelové disky
SPF	- ochranný faktor (sun protective factor)
λ	- vlnová délka
PH	- Photopia
r	- korelační koeficient

Úvod

V dnešní moderní době se konečně začíná mluvit o zvětšení síly ozonové vrstvy, která chrání planetu před ultrafialovým zářením. Ozonová vrstva je část stratosféry ve výšce

25 - 35 km nad zemským povrchem. Od 80. let minulého století se až doposud intenzivně mluvilo o ozonových dírách ve spojení s rakovinovými nádory kůže a poškozením zraku.

Studie, před nedávnem uveřejněná, v časopise *Atmospheric Chemistry and Physics* prokázala, že nebezpečné ultrafialové záření, dopadající na Zemi, v uplynulých letech výrazně zesláblo. Avšak i přes tyto pozitivní zprávy nelze sluneční paprsky obsahující UV záření podceňovat.

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout design oblečení pro batolata, děti předškolního a školního věku s využitím fotochromních barviv, které reagují na UV záření. Toto oblečení bude mít funkci senzoru, s jehož pomocí maminky poznají, kdy už jsou sluneční paprsky pro děti nebezpečné. Při velké intenzitě UV záření se design oděvu (nátisky s fotochromními pigmenty) zbarví nejsilněji a právě to by měl být ukazatel, kdy ze slunce odejít.

Teoretická část byla věnována poznatkům z oblasti fotochromismu. Velká část se zabývala využitím fotochromních barviv a pro pochopení systému vnímání barev bylo pojednáno i o fyziologii vidění.

V experimentální části byly provedeny samotné návrhy a skupina žen přirovnávala vzorky s fotochromními pigmenty ke stupnici se stálobarevnými pigmenty.

Na závěr bylo vše vyhodnoceno a byl navržen postup další studie.

I. Teoretická část

1. Ultrafialové záření

Ultrafialové (UV) záření je elektromagnetické záření s vlnovou délkou kratší než má viditelné světlo, avšak delší než má rentgenové záření. Pro člověka je neviditelné, ale existují živočichové, kteří jej umí vnímat. Přírodním zdrojem UV záření je Slunce. UV záření, jakožto oblast elektromagnetického spektra, se dělí na blízké ultrafialové a daleké ultrafialové záření. Z hlediska biologických účinků se rozděluje na spektrální oblasti UVA, UVB a UVC. Typ záření, který je při dopadu na zemský povrch pohlcován vzduchem, je označován jako vzduchoprázdňé ultrafialové (VUV) záření. Hluboké ultrafialové (DUV) záření je používáno například v technologiích používajících principu laseru a extrémní ultrafialové (EUV) záření se podílí na některých procesech ionosféry [9].

Název záření	Zkratka	Vlnová délka v nanometrech
Blízké	NUV	400 - 200
Dlouhovlnné, černé světlo	UVA	400 - 315
Středněvlnné	UVB	315 - 280
Krátkovlnné, dezinfekční	UVC	Pod 280
Hluboké ultrafialové	DUV	Pod 300
Daleké, vzduchoprázdňé	FUV, VUV	200 - 10
Extrémní, hluboké	EUV, XUV	31 - 1

Tab. č. 1. Tabulka hodnot vlnových délek

Intenzita UV záření se zvyšuje odrazem z povrchů jako je voda, písek či sníh. Například mořská vlna odrazí 10-20% UV záření. Dále intenzita UV záření roste s nadmořskou výškou a to o 8% na každých 1000 metrů. Množství dopadajícího UV záření je ovlivněno různými klimatickými faktory (např. oblačností). Poloha slunce zodpovídá za to, že

největší intenzita UV záření je v létě, v tropických oblastech a v poledních hodinách. Dalším faktorem, který ovlivňuje UV záření, jež dopadá na Zemi, je rozptyl paprsku na molekulách plynu a pevných částic v atmosféře. Neopomenutelným faktorem, který chrání před slunečními paprsky, je ozónová vrstva. Stratosférický ozón je nezbytný k ochraně života na Zemi, neboť dokáže pohltit většinu slunečního UV záření o vlnových délkách 240 - 290nm [9].

UVA záření

UVA záření představuje přibližně 95% ultrafialového záření, které dopadá na zemský povrch. Vyskytuje se během celého roku za každého počasí. Na rozdíl od UVB záření proniká velmi hluboko do kůže až k buňkám dermis. UVA záření produkuje volné radikály a může tak ovlivnit buňky v dlouhodobém horizontu a způsobit:

- Fotostárnutí - změny v orientaci elastinových a kolagenových vláken, které způsobí povolování pleti, ztrátu pevnosti a vznik vrásek.
- Sluneční intoleranci, běžně nazývanou jako alergie na slunce. Projevuje se začervenáním a svěděním kůže, popřípadě lehkou letní vyrážkou.
- Pigmentační poruchy, které se projevují pigmentovými skvrnami.
- Vývoj rakoviny kůže

UVA záření se mimo jiné používá v soláriích. Dále může být členěno na UVA - I a UV - II [9], [19].

UVB záření

UVB záření představuje přibližně 5% z celkového ultrafialového záření dopadajícího na zemský povrch. To je dáno tím, že převážnou většinu toho záření absorbuje ozón ve stratosféře, respektive v ozónové vrstvě. Záření UVB je zhoubné pro živé organismy. Jeho energie má schopnost rozkládat nebo narušovat bílkoviny, či jiné životně důležité organické sloučeniny. Zvýšení intenzity UVB záření o každá 2% může znamenat zvýšení výskytu rakoviny kůže o 3 - 6%. Velký dopad má především na oči (zrak). UVB záření dokáže poničit až zcela spálit tyčinky a čípky, gangliové buňky a nervová zakončení v rohovce [9].

UVC záření

UVC záření je nejtvrdší UV záření. Někdy je nazýváno germicidním. Toto záření se podílí na vzniku ozónu a užívá se například k dezinfekci operačních sálů. Záření UVC je prokazatelně zhoubné (karcinogenní) pro živé organismy, přesto je jeho podíl na karcinogenezi minimální. Důvodem je skutečnost, že je filtrován ozónovou vrstvou a tudíž se na zemský povrch nedostává [9].

Druh UV záření	Vlastnosti
UVA	Kožní stárnutí, při vysokých dávkách kožní rakovina, okamžité zhnědnutí kůže (pigmentace)
UVB	Kožní rakovina, spálení kůže, pozdní zhnědnutí kůže (pigmentace)
UVC	Nedopadá na zemský povrch (pohlcováno atmosférou)

Tab. č. 2. Přehled vlastností UV záření

1.1. Působení UV záření na organismus

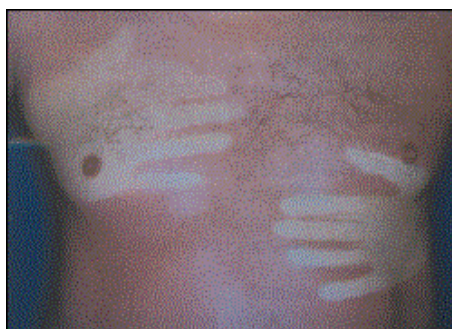
Odolnost vůči UV záření je dána především typem kůže (schopnost pigmentace). Nejméně odolní jsou lidé tzv. keltského typu (pominou-li se albíni). Jsou to lidé se světlými vlasy a modrýma očima, s minimální schopností tvořit ochrannou pigmentaci a se snadnou tvorbou pih na místech vystavených slunci. Opakem jsou lidé s tmavými vlasy a se schopností rychle pigmentovat po oslunění. Mezi těmito hraničními typy jsou ještě další typy viz tab. č. 3 [25].

Typ pleti	Charakteristika pleti	Označení	Reakce na slunci		Doba ochrany na slunci
			Spálení	Opálení	
I.	nápadně světlá, silné pihy, vlasy rezavé, oči modré	keltský typ	těžké, bolestivé, zčervenání	po 1 až 2 dnech olupování	5 až 10 minut
II.	lehce tmavší, pihy řídké, vlasy blond, oči modré, zelené nebo šedé	Evropan se světlou pletí	těžké, bolestivé	malé s olupováním	10 až 20 minut
III.	světle hnědá, pihy žádné, vlasy tmavě hnědé, oči šedé nebo hnědé	Evropan s tmavou pletí	zřídka mírné	průměrné	20 až 30 minut
IV.	hnědá olivová, vlasy tmavě hnědé, oči tmavé	středomořský typ	žádné	rychlé, silné	40 minut

Tab. č. 3. Typy pleti

Kožní choroby vyvolané UV a viditelným zářením se nazývají fotodermatózy. Rozdělují se podle toho zda byly vyvolané samotným zářením, nebo zářením se spoluúčastí chemických látek působících zevně nebo se vyskytujících uvnitř lidského organismu.

Do první skupiny patří opálení - spálení kůže (obr. č. 1.), nebo chronické změny jako jsou degenerativní změny kůže (ztráta pružnosti, tvorba vrásek, přesuny pigmentu).

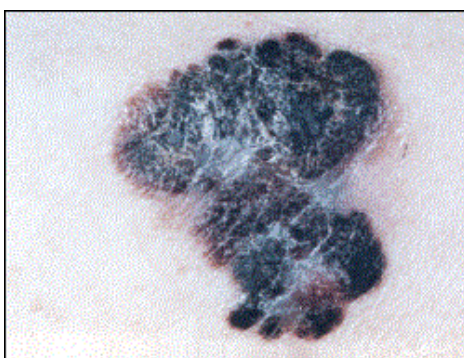


Obr. č. 1. Akutní opálení kůže [25].

Dále sem patří ložisková zhrubnutí kůže (solární keratomy) - přednádorové stavy a z nich postupně vznikající nádory kůže, tj. basocelulární (obr. č. 2.), spinocelulární karcinom a nádor z pigmentových buněk - melanom (obr. č. 3.).



Obr. č. 2. Nádor kůže - basaliom [25].



Obr. č. 3. Nádor kůže - melanom [25].

2. Fotochromismus

Fotochromismus je proces změny barvy způsobený absorpcí fotonů nebo UV záření. Vzorky vystavené určité vlnové délce záření mění absorpční spektrum molekuly nebo krystalu. Tento jev může být vratný i nevratný. Reverzibilním příkladem je bezbarvá látka A, která se po ozáření UV zářením stane barvenou sloučeninou B. Po absorpci viditelného záření a nebo absorpci tepla může být barevná sloučenina B převedena zpět na látku A [1], [2].

Fotochromní barviva

Po dobu ozáření světlem určitých vlnových délek dochází ke změně struktury molekul barviva. Tím dochází ke změně reflektivity nebo propustnosti v určité oblasti vlnových délek viditelného spektra. Příkladem jsou fotochromní změny optických vlastností naftopyranu [1].

Základní požadavky pro ideální organické fotochromní sloučeniny

1. Vznik odstínu. Materiál musí rychle reagovat na dopadající záření a tím vytvořit barevný odstín.
2. Řízení zpětné reakce k bezbarvé formě nebo původnímu odstínu pigmentu. Rychlost zpětné reakce musí být regulovatelná (může jít o změnu k bezbarvé formě nebo k jinému odstínu).
3. Široký rozsah odstínů.
4. Dlouhá životnost. V řadě barevných cyklů by měla být barevná odezva konstantní.
5. Bezbarvá neosvícená forma. Počáteční stav musí být pokud možno bez barevného zabarvení a to proto, aby změna na vzniklý odstín byla co největší.

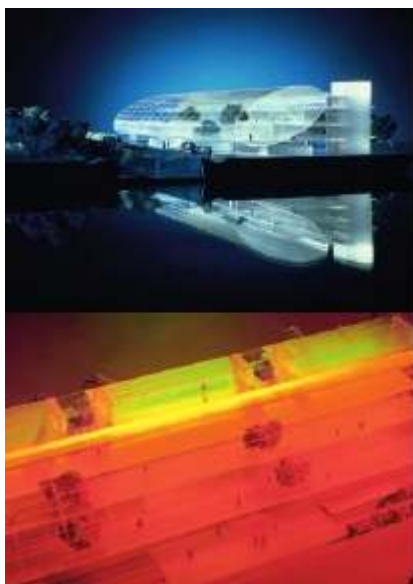
Pět základních fotochromních sloučenin splňující požadavky:

- Spirobenzopyrany (Spiroindolinobenzopyrany)
- Spironaftooxaziny
- Benzo a naftopyrany
- Fulgidy
- Diaryleteny

3. Fotochromní barviva a design

Fenomén barvy měnící se působením UV záření je znám již po tisíciletí. První dochované písemné zmínky o využití těchto barviv je z dob Alexandra Velikého (350 let př. n. l.). Jednalo se samozřejmě o přírodní barvivo získané z mořských plžů. Po aplikaci na textilní materiál byla barva bez osvětlení UV záření bezbarvá a teprve po osvětlení se barva na textilním materiálu zbarvila.

V dnešní době mají fotochromní materiály mnohem širší využití. Kromě fotochromních pigmentů pro tisk na textil existují i fotochromní plasty a skla, které se využívají i v architektuře. V muzeu moderního umění v Mnichově se nachází model fotochromatické prosklené budovy od architektů BeckerGewers Kühn & Kühn Architects (obr. č. 4.) [26].



Obr. č. 4. Model prosklené fotochromatické budovy [26]

Další neobvyklou aplikací fotochromních materiálů je aplikace na tapetách. Projekt konstruktérů: Sofia Lagerkvist, Char-lotte von der Lancken, Anna Lindgren a Katja Sävströmdevelopep zvýšil povědomí o energetických formách a fotochromních barvivech. Výsledkem těchto konstruktérů byla červená tapeta reagující na UV záření (obr. č. 5.) [26].



Obr. č. 5. Červená fotochromní tapeta [26]

Ve světě designu se mluví o studentce textilního a módního designu Marjan Kooroshnia, která se zaměřuje na textilní tisk pomocí chytrých textilních materiálů, jako jsou termochromní, samozabarvovací (fotochromní) a křišťálové inkousty. Výsledkem její práce jsou zdravotní masky s potiskem reagujícím na teplo a tudíž se stávají senzorem upozorňujícím na zvýšenou teplotu jedince (obr. č. 6.) [27].



Obr. č. 6. Zdravotní masky od Marjan Kooroshnia [27]

Známa je také technologie od Jamese Robinsona tzv. REVERSACOL. Spočívá ve využití samozabarvovacích prášků z naftopyranů nebo spironaftooxazinů. Barviva REVERSACOL se mohou nanášet štětcem, válečkem nebo nástřikem na povrch jako je dřevo, plast, textil, papír, lepenka a zdivo. Mezi jejich vlastnosti patří flexibilita a dobrá přilnavost [26].



Obr. č. 7. Barvy REVERSACOL v kombinaci s barvami citlivými na teplo [30]

Barviva REVERSACOL získaly za inovaci v roce 2006 ocenění Spojeného království. Mají širokou škálu barev (cca 30 druhů).



Obr. č. 8. Barvy REVESACOL [31]

4. Využití fotochromných barviv

4. 1. Aplikace v oční optice

Barevné brýlové čočky - bez využití fotochromných barviv

Existuje celá řada materiálů z kterých se brýlové čočky vyrábějí. Jako příklad lze uvést minerální (skleněné) čočky, plastové (organické) čočky a vysokoindexové čočky. Všechny plastové čočky lze barvit v širokém spektru barevných odstínů. Transmisí nebo-li mírou propustnosti se určuje intenzita zabarvení (nejčastěji se však udává v procentech). U hotových slunečních brýlí se využívá zjednodušeného označení míry zabarvení v číselném odstupňování kategorie 0-4 (Tab. 4.) [6].

Kategorie	Zabarvení	Propustnost	Popis
0	1% - 20%	80% - 100%	bezbarvá nebo lehce tónovaná - "kosmetické zabarvení"
1	20% - 57%	43% - 80%	lehce tónovaná - mírné sluneční světlo
2	57% - 82%	18% - 43%	středně tónovaná - střední sluneční světlo
3	82% - 92%	8% - 18%	tmavě tónovaná - mimořádné sluneční světlo - hory, moře
4	92% - 97%	3% - 8%	silně tónovaná - výjimečné sluneční světlo - nevhodné pro řidiče

Tab. č. 4. Tabulka vysvětlení kategorií pro uživatele [11]

Samozabarvovací brýlové čočky - s využitím fotochromných barviv

Důležité vlastnosti:

- Stabilita materiálu, protože musí vydržet tisíce hodin venkovních expozic
- Rychlost, za kterou dojde k barevné změně

Nejstarší fotochromní materiál byl použit v minerálních (skleněných) čočkách. Především u starší generace je vžit název "heliovar" používaný obecně pro zabarvovací čočky. Tyto čočky obsahují ve skleněné matici bezbarvé soli stříbra. Sluneční energie ukrytá v UV záření způsobí roztržení iontové vazby. Ionty stříbra se změní v neutrální atomy kovu a sklo tmavne. Ve stínu se naopak ionty slučují, vznikne bezbarvá sůl a zabarvení skel zmizí. Negativní vlastnosti jsou spojeny nejen s přílišnou vahou a křehkostí materiálu, ale především s jeho nedostatečnou schopností a pomalou rychlostí zabarvování [6].

Daleko lepší fotochromní vlastnosti mají plastové čočky. V Japonsku objevili čirý materiál, který dokáže provést barevnou přeměnu mnohem rychleji. Modifikace sloučeniny hexaarylbiimidazolu (pomocí cyklického uhlovodíku cyklofanu) zvládne barevnou přeměnu za 30 milisekund. Za takto krátkou dobu zvládne i návrat do původního stavu [6].

Z uživatelského hlediska poskytují samozabarvovací brýle jistý komfort. Nedoporučují se však při řízení motorových vozidel za slunečného počasí. Důvodem je fakt, že automobilové čelní sklo UV záření pohlcuje, a proto se samozabarvovací čočky zbarví méně, a nesnižují tak vstup odlesků a slunečního světla do oka [11].



Obr. č. 9. Samozabarvovací brýle [28]

4. 2. Tisk a aplikace fotochromných barviv v textilním průmyslu

Výroba reklamních a dekorativních tisků na trička pomocí sítotisku. Pigmenty pastelových barev, popřípadě bílé pigmenty mění barvu vlivem denního světla. V dnešní době se většina potisků provádí pomocí mikrokapsulí. Příkladem mikroenkapsulace fotochromných barviv jsou silikonové mikrokapsle (MICs) obsahující deriváty spironaftooxazinu. Typickým výrobkem jsou bledě modré záclony, které po expozici na slunci změní barvu na tmavě modrou a ve tmě opět vyblednou. Další možná aplikace se provádí přímo na vlákna. S těmito fotoaktivními vlákny se vytvářejí nejrůznější dekorativní či reklamní výšivky [1].



Obr. č. 10. Fotochromní potisk trička [29]

4. 3. Optické paměti a přepínače

Záznamová zařízení pro ukládání dat pomocí digitálních optických systémů mají poměrně malou kapacitu paměti. To byl jeden z důvodů hledání molekulárních materiálů, které umožní mnohem vyšší hustotu ukládání a dokonce přepisování dat. Zvláštního zájmu se proto dostalo fotoaktivním materiálům. Termín optické ukládání dat (ODS) se vztahuje na ty systémy, které používají laserové světlo pro záznam a reprodukci informací. Hlavním cílem pro vývojáře ODS byly CD-R (zapisovatelné kompaktní disky), CD-W (přepisovatelné kompaktní disky) a DVD (digitální víceúčelové disky). Nesmazatelná a přepisovatelná média fungují na magnetickooptické fázi nebo na fázi změn materiálů, přičemž oba způsoby využívají účinky tepelných efektů. Systémy s fázovou změnou na bázi organických barviv (např. fotochromismu) jsou s větší pravděpodobností přijaty do průmyslu. Fotochromní optické paměti používají pro režim záznamu fotony, které působí na fyzikální vlastnosti, jako je přenos, odrazivost nebo světélkování. Výhodou fotonů je, že režim nahrávání probíhá mnohem rychleji a ve vyšším rozlišení [1].

Fotochromní materiál pro jakékoliv použití v optických pamětech musí splňovat minimální požadavky v těchto fyzikálních vlastnostech:

- Tepelná stabilita - velmi nízká tepelná re-konverze
- Odolnost vůči únavě - dlouhodobá stabilita během čtecích a psacích cyklů
- Nedestruktivní indikační schopnost - čtení z procesu nesmí vyvolat vzájemnou konverzi
- Vysoká účinnost a rychlost fotoreakce - velké kvantové výnosy a molární koeficienty
- Citlivost na diodový laser
- Rozpustnost v polymerní matrici

Z těchto vlastností bylo nejobtížnější dosáhnout nedestruktivní indikační schopnosti. Byly nalezeny dva způsoby, které tento problém překonaly:

1. Single - mode systém

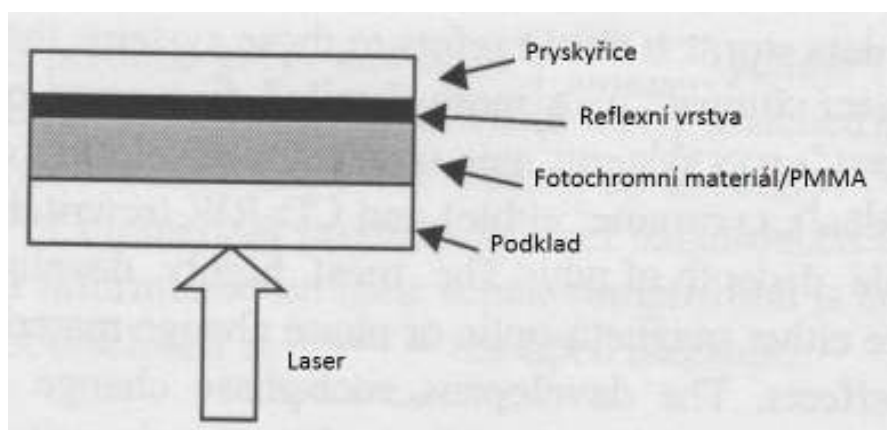
Tento systém pracuje tak, že si určí dvě formy - bezbarvou (A) a barevnou (B). Za použití světla o nižší energii než má UV - viditelné světlo se vzájemně převede A do B a B do

A. Na displeji může být tato přeměna měřena v obou formách (např. jako rozdíl odrazu v intenzitě světla laseru) [1].

2. Dual - mode systém

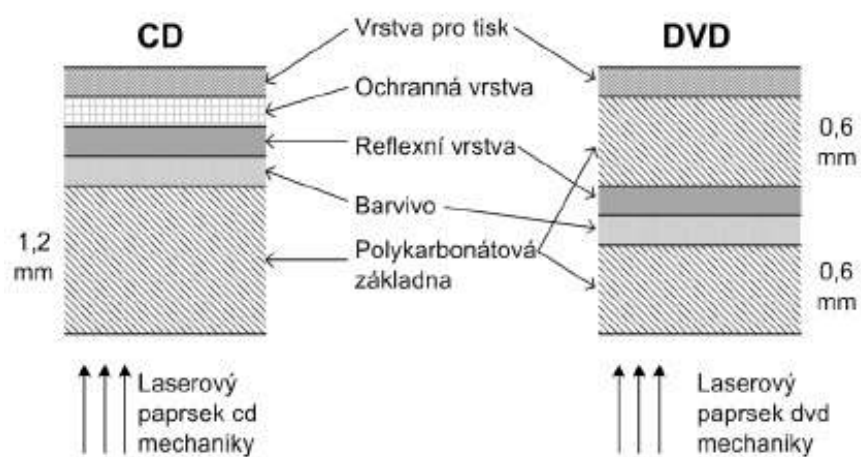
Dual - mode systém zahrnuje dva reverzibilní procesy. V prvním dojde k ozáření UV světlem - viditelnou částí spektra, které způsobí vzájemnou přeměnu A a B. Ve druhém procesu se využije fotonu, elektronu a protonu k tomu, aby se zabránilo další vzájemné přeměně a obě formy jsou transformovány do stabilních A' a B' produktů [1].

V obou těchto přístupech byly zkoumány spiropyran, spirooxaziny, diaryletheny, dihydroindoliziny a azobenzeny. Schéma struktury disku je znázorněno na obrázku (Obr. 6.).



Obr. č. 11. Schéma optické paměti disku [1]

Optická záznamová média - DVD v posledních letech vytlačují své předchůdce kompaktní disky (CD), protože mají mnohem vyšší kapacitu záznamu a jsou odolnější vůči mechanickému poškození ze strany potisku. Rozměry obou typů médií jsou stejné, ale u DVD média je reflexní i záznamová vrstva v polovině tloušťky - je tedy chráněna z obou stran 0,6mm tlustou vrstvou polykarbonátu. Porovnání CD a DVD je na obrázku (Obr.7.) [8].



Obr. č. 12. Struktura DVD a CD [8]

4. 4. Využití fotochromných barviv jako senzorického systému pro monitorování intenzity UV-A záření

V dnešní době již existují náramky UVSunSense™, které jsou jednoduchým a spolehlivým prostředkem pro sledování vystavení se škodlivému UVA a UVB záření. Tento náramek je navržený k používání v kombinaci s krémem na opalování SPF 15 nebo víc. Technologie výroby UVSunSense náramku je v zásadě podobná jako v případě monitorovacích zařízení používaných pracovníky v jaderných elektrárnách nebo v zaměstnání, zabývajících se nukleární medicínou. Byl vyvinut nukleárními fyziky. UVSunSense je kalibrován na ultrafialové záření (UV). Čtyři barevné fáze ukazují na měnící se podmínky a upozorňují, jak by se uživatel měl přizpůsobit slunečnímu světlu. Po vyjmutí z obalu má náramek tělovou barvu. Po vystavení UV záření (slunci) změní barvu na fialovou, čímž se náramek aktivuje. Pokud se náramek zbarví do světle růžové, upozorní tak nositele, že musí ihned znovu aplikovat ochranný krém. Důležité je při každé aplikaci ochranného krému na tělo aplikovat jej i na náramek. Světle žlutá barva signalizuje nositeli, že by měl odejít ze slunce, neboť již absorboval maximální doporučený denní limit UV záření. Pokud by tak neučinil, vystavuje se riziku bolestivých spálenin pokožky a otravy ze slunce (photodermatitis) [12].



Obr. č. 13. Barevné fáze UVSunSense náramku [13]

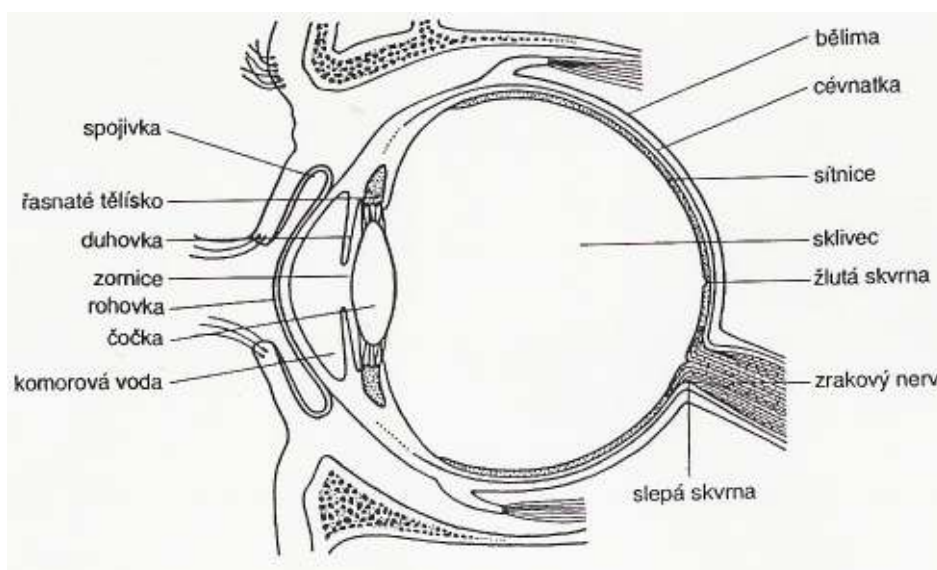
5. Fyziologie vidění

Vidění zprostředkovává lidské oko, které nerozlišuje jen charakter dopadajícího světla (intenzitu světla a vnímanou barvu), ale dokáže rozeznat i směr dopadajících světelných paprsků. Systém zrakového ústrojí se neskládá jen z očí, patří sem i zrakové nervy a v neposlední řadě centrální mozek [4].

Vidění je velice složitý fyziologický děj, který se skládá z řady na sebe navazujících biofyzikálních a biochemických reakcí. Zrakový vjem vzniká tak, že světelné paprsky z vnějších podnětů nejprve procházejí dioptrickou soustavou oka. Poté se spojují na sítnici. Tady jsou světelné paprsky absorbovány pigmentovým epitelem sítnice a dochází k podráždění fotoreceptorů (tyčinek a čípků) [14].

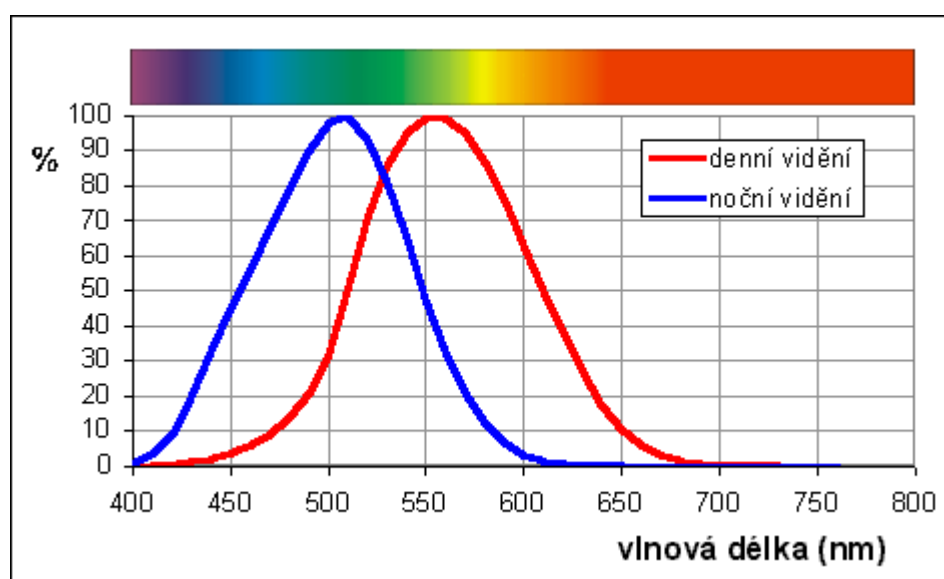
- Tyčinky jsou citlivé na rozdíly v intenzitě dopadajícího světla. K reakci, tedy ke zprostředkování vidění za slabého osvětlení jim stačí jen malé množství sluneční energie. Skupiny tyčinek předávají zrakový signál do mozku, a to má za následek malou rozlišovací schopnost za šera. Jejich celkový počet je přibližně 130 milionů.
- Čípky umožňují barevné vidění, protože absorbují světlo v červené, zelené a modré oblasti spektra. Převážně se nacházejí ve žluté skvrně a jejich podstatně méně než tyčinek, jen asi 6 - 7 milionů.

Vzniklé podráždění je dále vedeno nervovými drahami až do korových zrakových center [14].

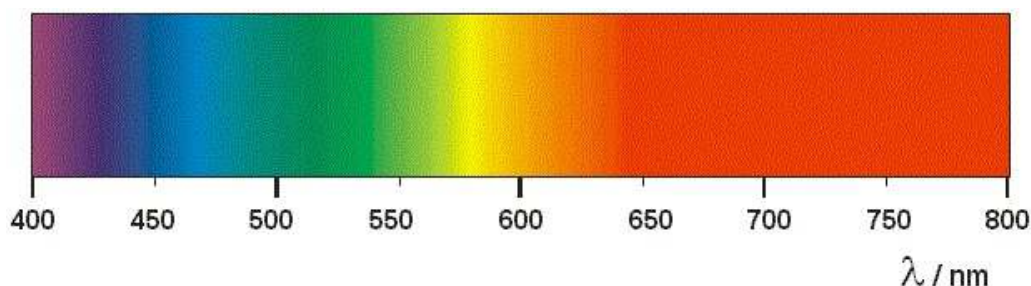


Obr. č. 14. Schéma řezu lidského oka [15]

Lidské oko dokáže rozlišit 3,5 - 5 milionů odstínů, přičemž zkušený kolorista jich rozliší okolo 7 - 10 milionů. Při porovnání dvou vybarvení (předlohy a vzorku) vnímá oko velmi citlivě i malé rozdíly v odstínech. Naopak citlivost se ztrácí při určování odstínu každého vzorku zvlášť, dochází k povrchnímu hodnocení. Citlivost je dále ovlivněna prostředím. Za denního světla má oko maximální citlivost na světlo vlnové délky $\lambda = 555\text{nm}$, zatímco v noci, tedy ve tmě je citlivost nižší, maximum se posune k nižším hodnotám vlnové délky $\lambda = 507\text{nm}$ (Obr. 10.). Rozdíl hodnot se nazývá Purkyňova oblast. Při stmívání dostávají předměty červené barvy tmavý až černý odstín a předměty modré barvy vypadají žlutozeleně [4].



Obr. č. 15. Relativní světelná účinnost monochromatického záření (citlivost lidského oka) [16]



Obr. č. 16. Spektrum viditelného záření [16]

Na subjektivitě vizuálního vnímání barevnosti se podílejí i anomálie barevného vidění. Anomálie mohou být monochromatické, dichromatické a trichromatické. Příkladem monochromatické anomálie je úplná barvoslepost (viz. následující stránka) [4].

5.1. Rozdělení poruch vnímání barevnosti

Osoba s neporušeným vnímáním barev se označuje jako normální trichromat.

Při porušeném barvocitu se nejdříve určí, zda se jedná o poruchu vrozenou nebo získanou.

Vrozené poruchy - mohou být označeny jako hereditární. Pro tyto defekty neexistuje léčba, lze je pouze do jisté míry korigovat optickými pomůckami. Podle stupně poruchy barevného vidění se dělí na anomální trichromazii, dichromazii a monochromazii. Následně je lze dělit podle toho, která ze tří barev je vnímána chybně nebo není vnímána vůbec. Vrozené poruchy barvocitu jsou nejčastěji spojeny s červenou a zelenou barvou (přibližně 99% postižených) [24].

- Anomální trichromazie - dochází ke sníženému vnímání jedné ze základních barev. Rozdělují se podle toho, které čípkové nefungují správně, tedy která barva je chybně vnímána:
 - 1.) Protonomálie - porucha vnímání červené barvy
 - 2.) Deuteranomálie - porucha vnímání zelené barvy
 - 3.) Tritanomálie - porucha vnímání modré barvy [24]
- Dichromazie - postižení touto vrozenou vadou mají funkční pouze dva typy čípků, a proto jedna ze tří základních barev není rozlišována. Některé barvy vidí pouze jako hnědé odstíny. Rozdělují se také podle toho jaká barva není vnímána:
 - 1.) Protanop - člověk nevnímající červenou
 - 2.) Deutanop - člověk nevnímající zelenou
 - 3.) Tritanop - člověk nevidící modrou [24]
- Monochromazie - postižený nerozlišuje žádnou barvu, rozlišuje barevné předměty jen podle jasů. Může se mluvit o úplné barvosleposti [24].

6. Vizuální hodnocení barev

Specifikace barvy je dána barevnými standardy, kterými může být:

- předloha
- standardní řada
- atlas barev

Předlohou se rozumí jeden vzorek textilního materiálu obarveného na zákazníkem požadovaný odstín.

Standardní řada představuje silový sled vybarvení typového barviva. Typickou standardní řadou je například modrá nebo šedá stupnice pro hodnocení stálosti.

6. 1. Podmínky pro vizuální hodnocení barevnosti:

- bezdefektní barevné vidění osoby, která vyhodnocuje barevnost
- duševní pohoda a dobrý zdravotní stav hodnotitele
- hodnotitel musí být proškolen, aby byl schopen provádět odstupňování barevných diferencí, eventuálně jejich rozložení na jednotlivé složky
- správné osvětlení při pozorování, jeho spektrální složení musí odpovídat normovaným zdrojům světla
- dostatečná velikost a stabilita materiálu, dostatek času k posudku
- achromatické pozadí, které nebude ovlivňovat pozorovatele
- konstantní úhel pozorování

Tyto podmínky splňuje pozorování v koloristické skříni. V případě pozorování a vyhodnocování bez koloristické skříně je nutné se těmito podmínkám alespoň co nejvíce přiblížit [4].

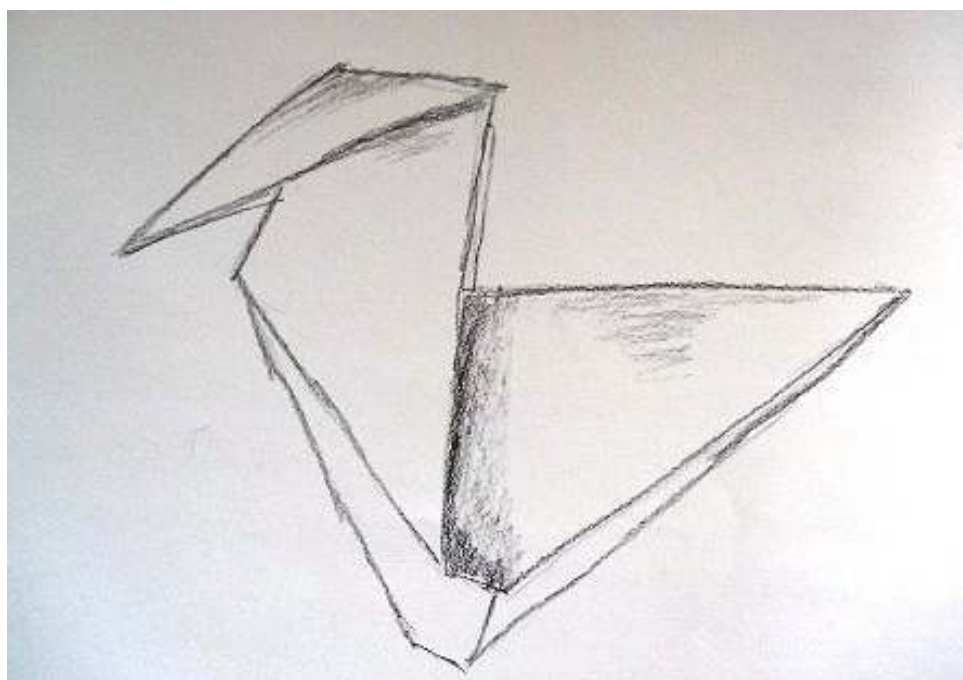
II. Experimentální část

Experimentální část se skládá ze dvou částí. První částí jsou samotné návrhy motivů na ošacení pro batolata, děti předškolního a školního věku.

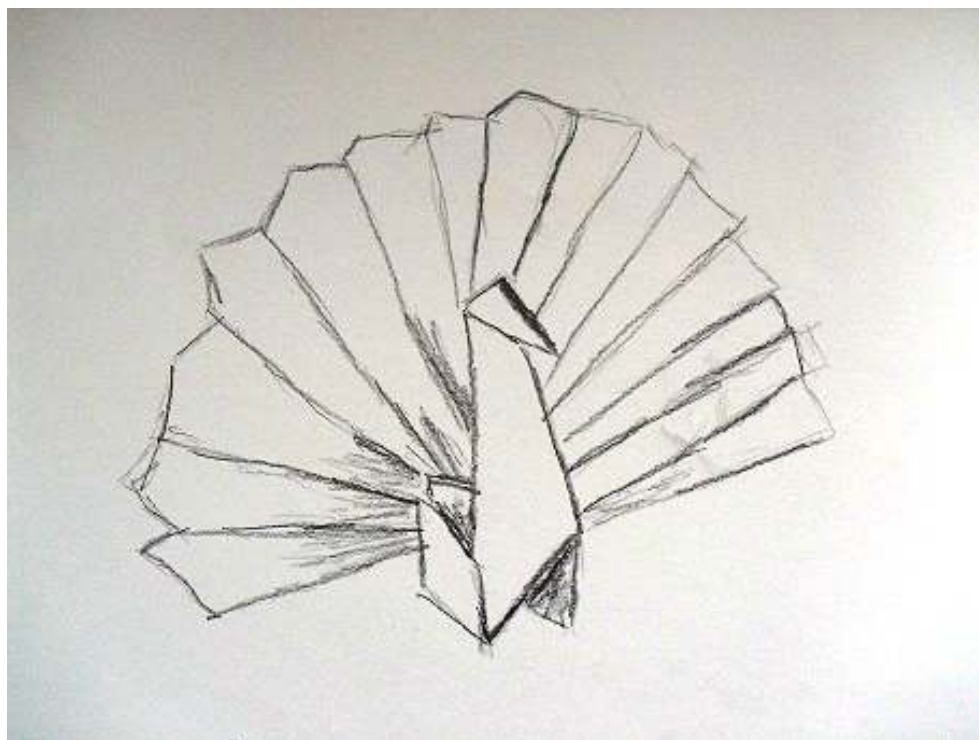
Druhá část obsahuje vyhodnocení přirovnání jednotlivých fotochromních vzorků k určené stupnici barev, vyhodnocení vnitro-pozorovatelské shody a porovnání ozářenosti v závislosti na vzdálenosti s modelem.

1. Vlastní návrhy

Byly vytvořeny návrhy pro batolata, děti předškolního věku a děti školního věku. Jako inspirace posloužily dobře známé papírové origami. Origami je téměř tisíc let staré japonské umění skládání papíru. Z počátku bylo origami výsadou dvora japonského císaře. V průběhu staletí se rozšířilo i mimo císařský dvůr a stalo se tak lidovým uměním. V dnešní době, slouží jako zpestření dětských pokojíčků a hlavně procvičuje u dětí zručnost prstů a probouzí v nich fantazii. Proto se s touto technikou děti setkávají především v mateřských školkách a základních školách.

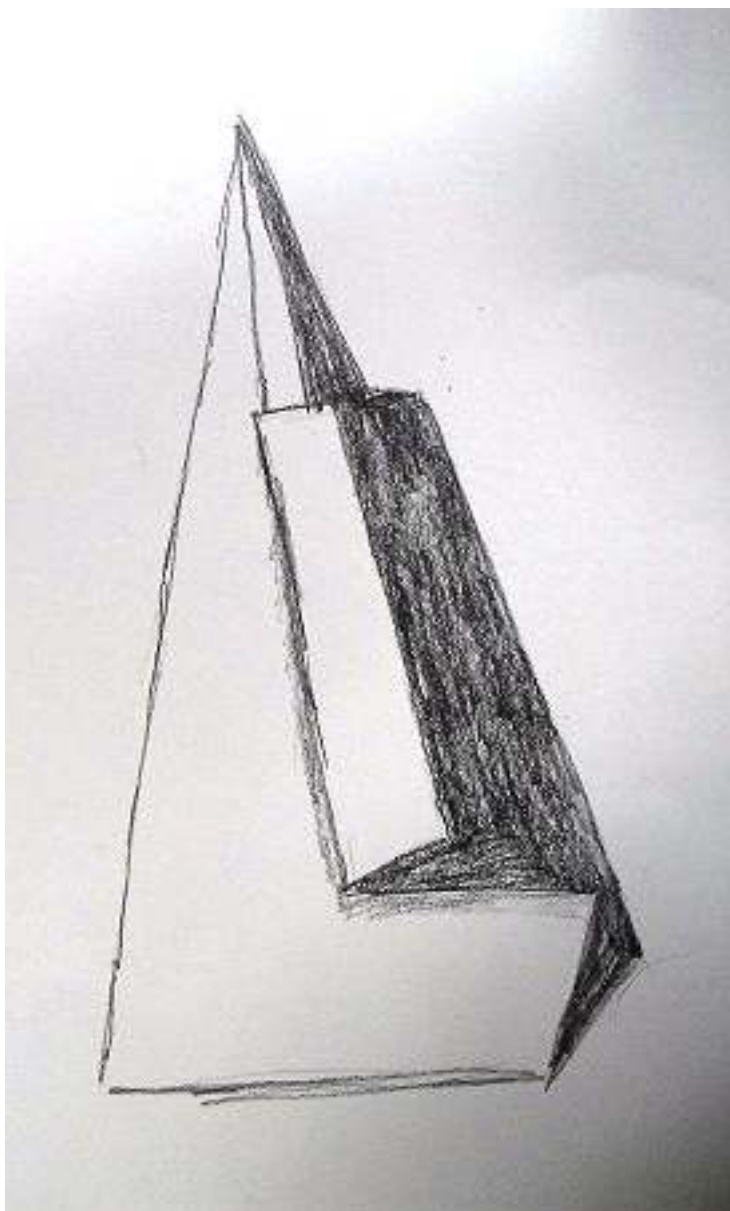


Obr. č. 16. Origami - základní složení - kachnička



Obr. č. 17. Origami - páv

Na dalším obrázku je mezistupeň skládání origami tučňáka, který posloužil jako ukázka předlohy pro jeden z motivů.



Obr. č. 18. Origami - mezistupeň

Další obrázek znázorňuje již složeného tučňáka. Na tuto předlohu navazuje obrázek upravený a použitý jako jeden z motivů na tričko pro děti předškolního věku. Na obrázku č. je vidět motiv bez ozáření slunečním světlem. Na následujícím obrázku č. je motiv již zbarven tak, jak bude vypadat po ozáření.



Obr. č. 19. Origami - tučňák



Obr. č. 20. Tučňák bez osvitu UV zářením



Obr. č. 21. Tučňák po osvitu UV zářením



Obr. č. 22. Možná aplikace na bledě modré tričko

Pro lepší představivost zde byl uveden jednoduchý návrh možné aplikace na tričko daného motivu. Výhodou tohoto motivu je jeho jednoduchost a kontrast černé s fotochromním pigmentem. Zbarvení bude tudíž patrné ihned po ozáření UV světlem, a to i v případě že UV záření nebude mít nejvyšší intenzitu.

Všechny návrhy pro všechny tři skupiny jsou uvedeny v přílohách a nafoceny a uloženy na nosiči CD-ROM.

2. Vizuální hodnocení

Vzorky

Hodnocení bylo prováděno u třech vzorků s fotochromním pigmentem. První vzorek obsahuje pigment Photopia® Yellow, druhý Photopia® Blue a třetí Photopia® Purple. Jednalo se tedy o barvu žlutou, modrou a fialovou. U všech třech byla použita akrylátová záhustka.



Obr. č. 23. Photopia Yellow bez osvitů



Obr. č. 24. Photopia Yellow po osvitě



Obr. č. 25. Photopia Blue bez osvitů



Obr. č. 26. Photopia Blue po osvitě



Obr. č. 27. Photopia Purple bez osvitů



Obr. č. 28. Photopia Purple po osvitě

Vzorky s fotochromním pigmentem byly vždy porovnávány se stupnicí dané barvy. Každá stupnice se skládala ze tří po sobě jdoucích odstínů (High stable, Mid 16 stable, Low stable).



Obr. č. 29. Stupnice žluté



Obr. č. 30. Stupnice modré



Obr. č. 31. Stupnice fialové

Pro vytvoření těchto stupnic byly použity pigmenty VERSAPRINT®.

Barevné rozdíly hodnotilo celkem 10 žen ve věku od 20 do 32 let. Ženy byly vybrány z toho důvodu, že jako matky tráví s dětmi více času než muži a cílem této bakalářské práce bylo navrhnout potisk na oblečení pro děti, které řekne maminkám, kdy slunce svítí příliš intenzivně a mohlo by dětem způsobit alergie či jiné kožní onemocnění.

Úkolem hodnotitelek bylo přirovnat každý vzorek k jednomu odstínu ve stupnici v jedenácti vzdálenostech od zdroje osvětlení, kdy nula znamenala, že vzorek ležel na dně koloristické skříně (bez plošinky, či jiné podložky). Každý vzorek hodnotili v každé poloze pětkrát a to vždy s odstupem alespoň jednoho dne. Principem bylo přirovnat ke každé poloze číslo od jedné do tří, kdy jednička znamenala odstín high stable, dvojka mid 16 stable a trojka high stable. Vzdálenosti byli vybrány náhodně bez ohledu na místo s nejvyšší intenzitou ozáření.

Celkem bylo tedy provedeno 550 přirovnání.

Hodnocení vzorků bylo prováděno v expozičním systému HB 311. Na osvětlení byly použity čtyři solární trubice Philips Hg 20W a dvě trubice Philips TL-D 15W/827. V tomto složení trubice odpovídají dennímu osvětlení.



Obr. č. 32. Koloristická skřín HB311 s plošinkou a speciálními brýlemi

	žlutá											
	vzdálenost [cm]	0	5	7	9	11	13	15	17	19	21	26
hodnotitelka 1	1. měření	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
	2. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3
	3. měření	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
	4. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3
	5. měření	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
	průměr	1	1	1	1,33	1,67	2	2	2	2	2	2,33
hodnotitelka 2	1. měření	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	2. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	3. měření	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	4. měření	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
	5. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3
	průměr	1,33	1,33	1,33	1,67	2	2	2	2	2	3	3
hodnotitelka 3	1. měření	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	2. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	3. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	4. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3
	5. měření	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	průměr	1,67	1,67	2	2	2	2	2	2	2,33	2,33	3
hodnotitelka 4	1. měření	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	2. měření	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
	3. měření	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
	4. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	5. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	průměr	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,67	2	2	2,33

	vzdálenost [cm]	0	5	7	9	11	13	15	17	19	21	26
hodnotitelka 5	1. měření	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
	2. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	3. měření	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3
	4. měření	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
	5. měření	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	průměr	1	1,33	1,33	1,33	1,33	1,67	2	2	2	2	2,67
hodnotitelka 6	1. měření	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	2. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	3. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	4. měření	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	5. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	průměr	2	2	2	2	2	2	2	2,33	2,33	3	3
hodnotitelka 7	1. měření	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
	2. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	3. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	4. měření	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3
	5. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	průměr	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	2	2	2	2	3
hodnotitelka 8	1. měření	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	2. měření	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	4. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
	5. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	průměr	2	2	2	2	2	2	2	2,33	2,67	3	3

	vzdálenost [cm]	0	5	7	9	11	13	15	17	19	21	26
hodnotitelka 9	1. měření	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
	2. měření	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3
	3. měření	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
	4. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	5. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	průměr	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,67	1,67	2	2	2	2,67
hodnotitelka 10	1. měření	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	2. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	3. měření	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
	4. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	5. měření	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
	průměr	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,67	2	2	2	2,33
	PRŮMĚR	1,44	1,44	1,5	1,56	1,67	1,83	1,94	2	2,06	2,22	2,78

Tab. č. 5. Subjektivně přiřazený žlutý vzorek hodnotitelkami 1 - 10

	modrá											
	vzdálenost [cm]	0	5	7	9	11	13	15	17	19	21	26
hodnotitelka 1	1. měření	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	2. měření	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	3. měření	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
	4. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3
	5. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3
	průměr	1	1	1,33	2	2	2	2	2	2	2,67	3
hodnotitelka 2	1. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
	2. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	3. měření	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	4. měření	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	5. měření	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	průměr	1,67	2	2	2	2	2	2	2,33	2,67	3	3
hodnotitelka 3	1. měření	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	2. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3
	3. měření	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	4. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3
	5. měření	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	průměr	1	1,33	1,67	2	2	2	2	2,33	2,67	2,67	3
hodnotitelka 4	1. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
	2. měření	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	4. měření	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	5. měření	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	průměr	1,33	1,67	2	2	2	2	2	2	2,67	3	3

	vzdálenost [cm]	0	5	7	9	11	13	15	17	19	21	26
hodnotitelka 5	1. měření	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	2. měření	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	3. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3
	4. měření	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3
	5. měření	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	průměr	1	1,33	1,67	2	2	2	2	2,67	2,67	2,67	3
hodnotitelka 6	1. měření	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	2. měření	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	4. měření	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	5. měření	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
	průměr	2	2	2	2	2	2,33	2,67	3	3	3	3
hodnotitelka 7	1. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
	2. měření	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	3. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	4. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
	5. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	průměr	1,67	1,67	1,67	2	2	2	2	2	2,67	3	3
hodnotitelka 8	1. měření	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	2. měření	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3. měření	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	4. měření	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
	5. měření	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	průměr	1,33	1,67	2	2	2	2	2,33	3	3	3	3

	vzdálenost [cm]	0	5	7	9	11	13	15	17	19	21	26
hodnotitelka 9	1. měření	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	2. měření	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3. měření	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	4. měření	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	5. měření	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	průměr	1	1,33	2	2	2	2	2	2,33	3	3	3
hodnotitelka 10	1. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3
	2. měření	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	3. měření	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	4. měření	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	5. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3
	průměr	1,33	1,67	1,67	2	2	2	2,33	2,33	2,67	2,67	3
	PRŮMĚR	1,44	1,89	1,89	2	2	2	2,44	2,44	2,89	2,89	3

Tab. č. 6. Subjektivně přiřazený modrý vzorek hodnotitelkami 1 - 10

	fialová											
	vzdálenost [cm]	0	5	7	9	11	13	15	17	19	21	26
hodnotitelka 1	1. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	2. měření	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	3. měření	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	4. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	5. měření	1	2	2	2	2	2	3	3	2	3	3
	průměr	1,67	2	2	2	2	2	2	2,33	2,67	3	3
hodnotitelka 2	1. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	2. měření	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	3. měření	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	4. měření	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	5. měření	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	průměr	1,33	2	2	2	2	2	2	2,33	3	3	3
hodnotitelka 3	1. měření	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
	2. měření	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
	4. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3
	5. měření	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	průměr	1,33	1,67	1,67	2	2	2	2,33	2,67	3	3	3
hodnotitelka 4	1. měření	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
	2. měření	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	3. měření	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	4. měření	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	5. měření	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	průměr	1	1,67	2	2	2	2	2	2,67	3	3	3

	vzdálenost [cm]	0	5	7	9	11	13	15	17	19	21	26
hodnotitelka 5	1. měření	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	2. měření	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
	3. měření	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
	4. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3
	5. měření	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	průměr	1	1,33	1,67	2	2	2	2	3	3	3	3
hodnotitelka 6	1. měření	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	2. měření	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3. měření	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	4. měření	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	5. měření	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	průměr	1,67	2	2	2	2	2,33	3	3	3	3	3
hodnotitelka 7	1. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
	2. měření	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	3. měření	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	4. měření	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	5. měření	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
	průměr	1,33	2	2	2	2	2	2,33	2,33	3	3	3
hodnotitelka 8	1. měření	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	2. měření	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3. měření	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	4. měření	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	5. měření	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	průměr	1,33	1,67	2	2	2	2	2	2,67	3	3	3

	vzdálenost [cm]	0	5	7	9	11	13	15	17	19	21	26
hodnotitelka 9	1. měření	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
	2. měření	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3. měření	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	4. měření	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	5. měření	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	průměr	1	1,67	2	2	2	2	2,33	2,67	3	3	3
hodnotitelka 10	1. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3
	2. měření	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3. měření	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
	4. měření	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	5. měření	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
	průměr	1	1,67	1,67	2	2	2	2	2,33	3	3	3
	PRŮMĚR	1	1,89	1,89	2	2	2	2	2,44	3	3	3

Tab. č. 7. Subjektivně přiřazený fialový vzorek hodnotitelkami 1 - 10

3. Výsledky subjektivního hodnocení

V následující tabulce je přehled průměrných hodnot ze všech měření pro všechny tři barvy.

vzdálenost [cm]	0	5	7	9	11	13	15	17	19	21	26
žlutá	1,44	1,44	1,5	1,56	1,67	1,83	1,94	2	2,06	2,22	2,78
modrá	1,44	1,89	1,89	2	2	2	2,44	2,44	2,89	2,89	3
fialová	1	1,89	1,89	2	2	2	2	2,44	3	3	3

Tab. č. 8. Přehled průměrných hodnot

Z tabulky vyplývá, že stupnice o třech odstínech je pro přirovnání nedostačující.

4. Vyhodnocení vnitro-pozorovatelské shody

U každého pozorovatele byl z jeho pěti opakovaných měření stanoven aritmetický průměr, robustní průměr, přepočet hodnot stupnice na vizuálně vnímanou odchylku, a z těchto dat také proveden aritmetický a robustní průměr, standardizovaná směrodatná odchylka. Dále byl vypočítán korelační koeficient r a STRESS faktor.

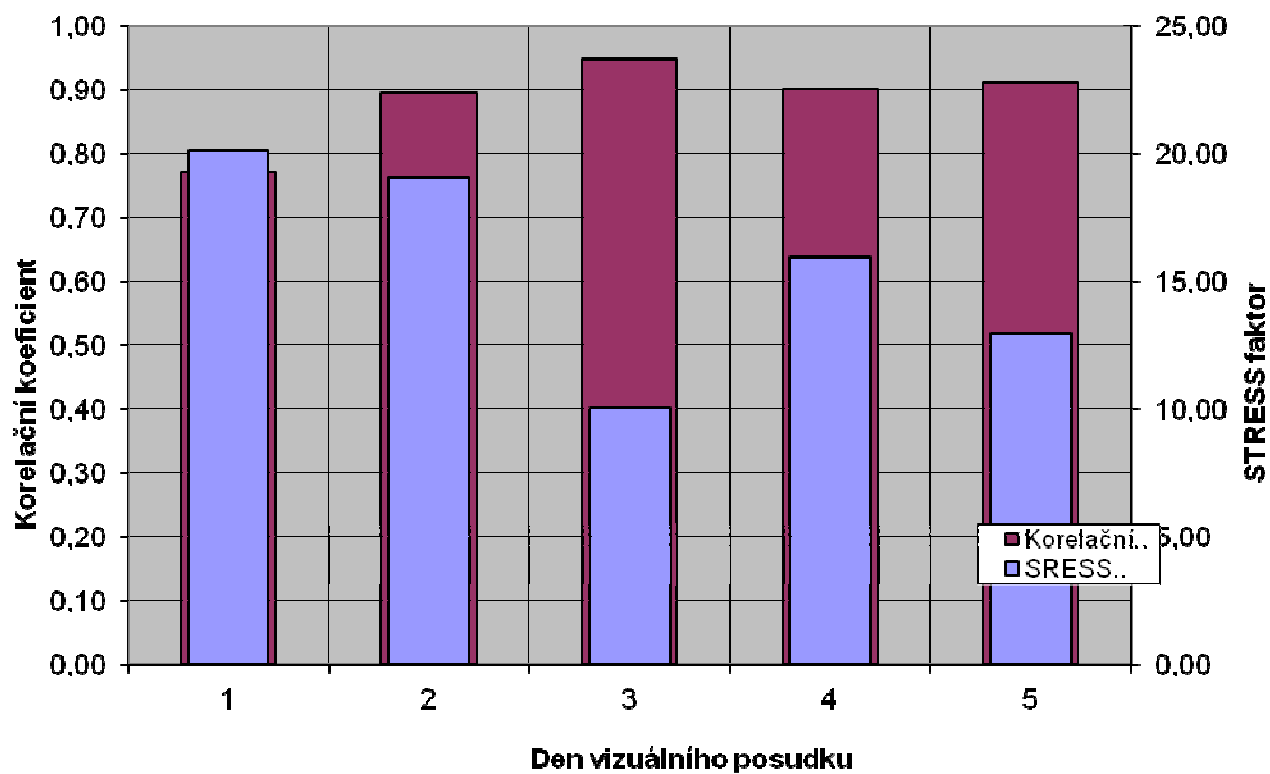
Jednoduchý výběrový korelační koeficient r je relativní mírou korelovatelnosti-lineární závislosti náhodných veličin ΔV_i a ΔE_i , kde ΔV_i je i -tá vizuálně hodnocená barevná difference a ΔE_i je i -tá barevná difference vypočtená podle hodnocení diferenční rovnice. Jednoduchý výběrový korelační koeficient r nabývá hodnot od -1 do 1 podle stupně lineární závislosti. Krajních hodnot nabývá v případě, že vztah mezi veličinami má funkční charakter a je tedy vzájemně jednoznačný. Znaménko korelačního koeficientu je pouze vyjádřením přímé (+), nebo nepřímé (-) závislosti.

$$r = \frac{n(\sum \Delta V_i \Delta E_i) - \sum \Delta V_i \sum \Delta E_i}{\sqrt{[n \sum \Delta V_i^2 - (\sum \Delta V_i)^2] \cdot [n \sum \Delta E_i^2 - (\sum \Delta E_i)^2]}} \quad (1)$$

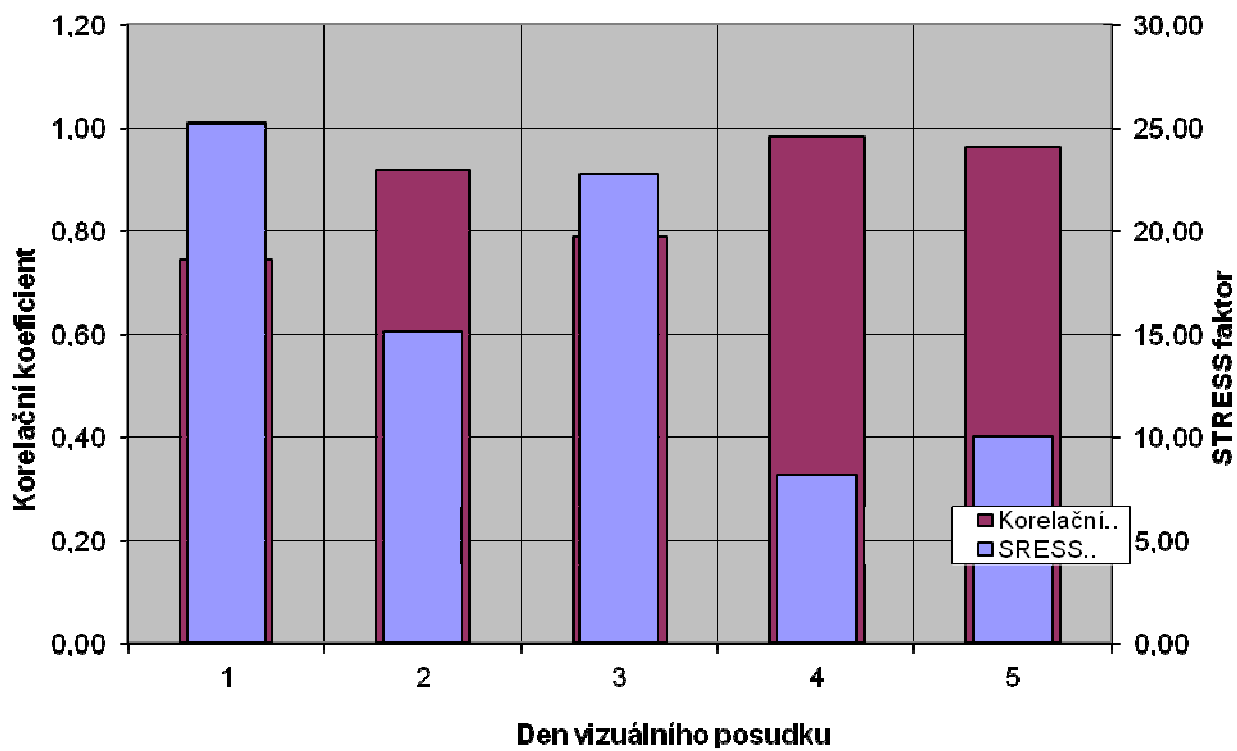
Dalším použitým kritériem je kritérium STANDARDIZED RESIDUAL SUM OF SQUARES – STRESS. Toto kritérium zavedla mezinárodní komise pro osvětlování CIE pro hodnocení predikčních schopností rovnic pro výpočty barevných rozdílů. Je založeno na F-statistice. Jedná se o tzv. standardizovanou reziduální sumu čtverců. Platí, že čím nižší je STRESS hodnota, tím vyšší je shoda mezi individuálním a ideálním posudkem.

$$STRESS = \sqrt{\frac{\sum w_i (\Delta E_i - f \Delta V_i)^2}{\sum w_i (f \Delta V_i)^2}} \quad (2)$$

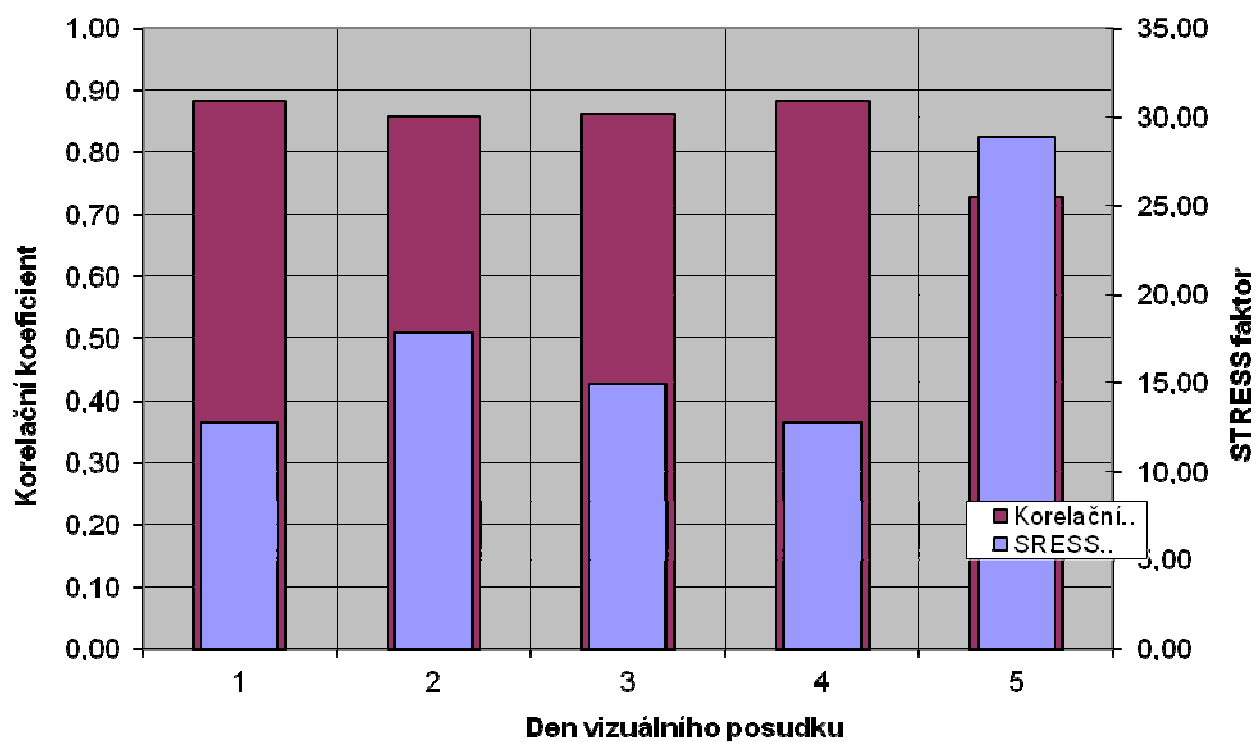
Na následujících grafech na obrázcích č. jsou uvedeny výsledky pro pozorovatele 1 a hodnocení žluté, modré a fialové stupnice. Zbývající grafy a výpočty jsou uvedeny v příloze této práce na nosiči CD-ROM.



Obr. č. 33. Žlutá



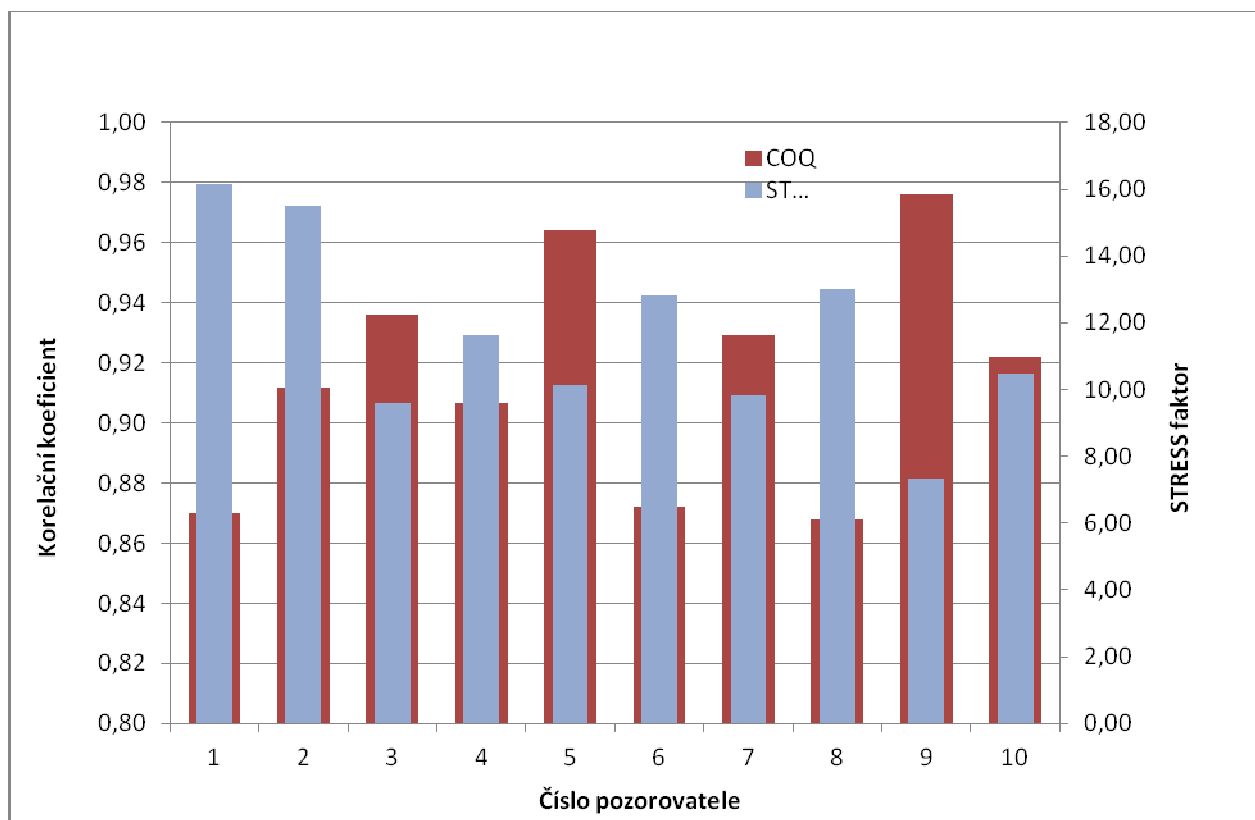
Obr. č. 34. Modrá



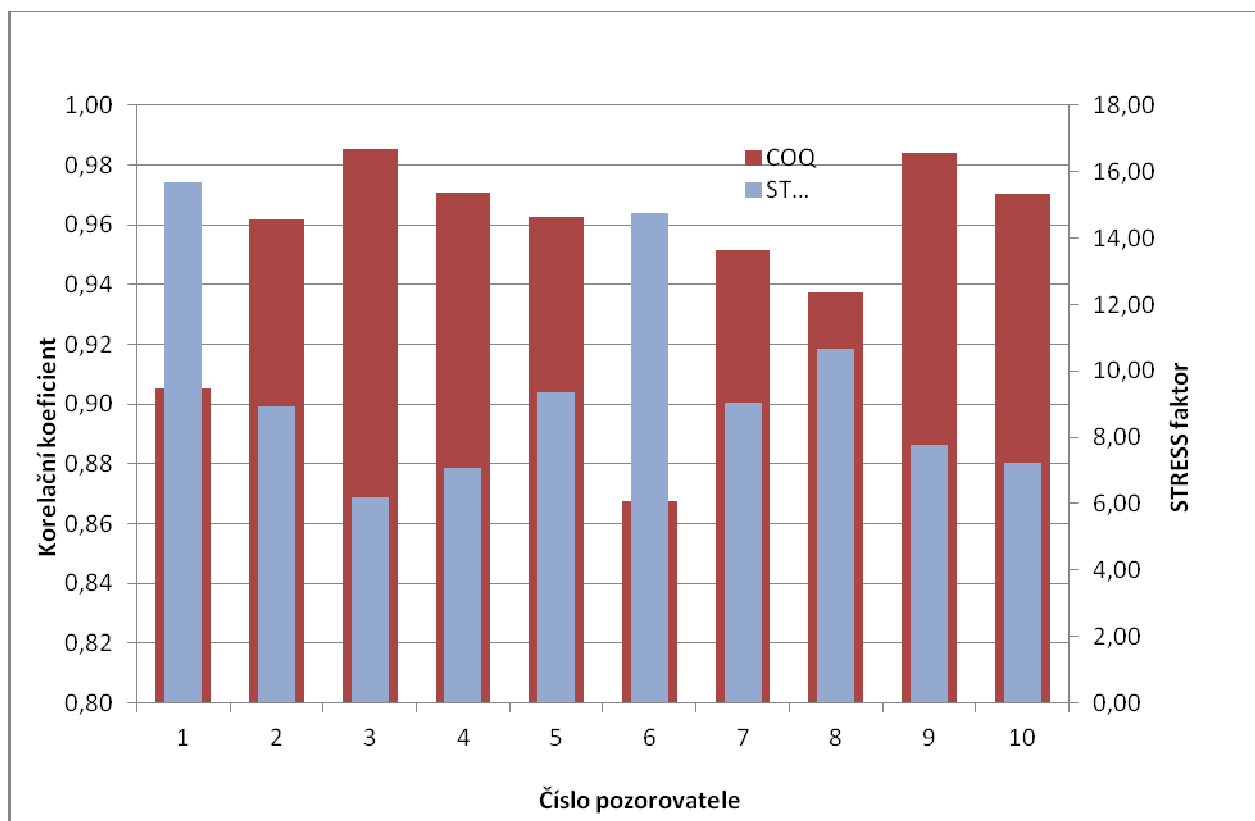
Obr. č. 35. Fialová

5. Mezi-pozorovatelská shoda

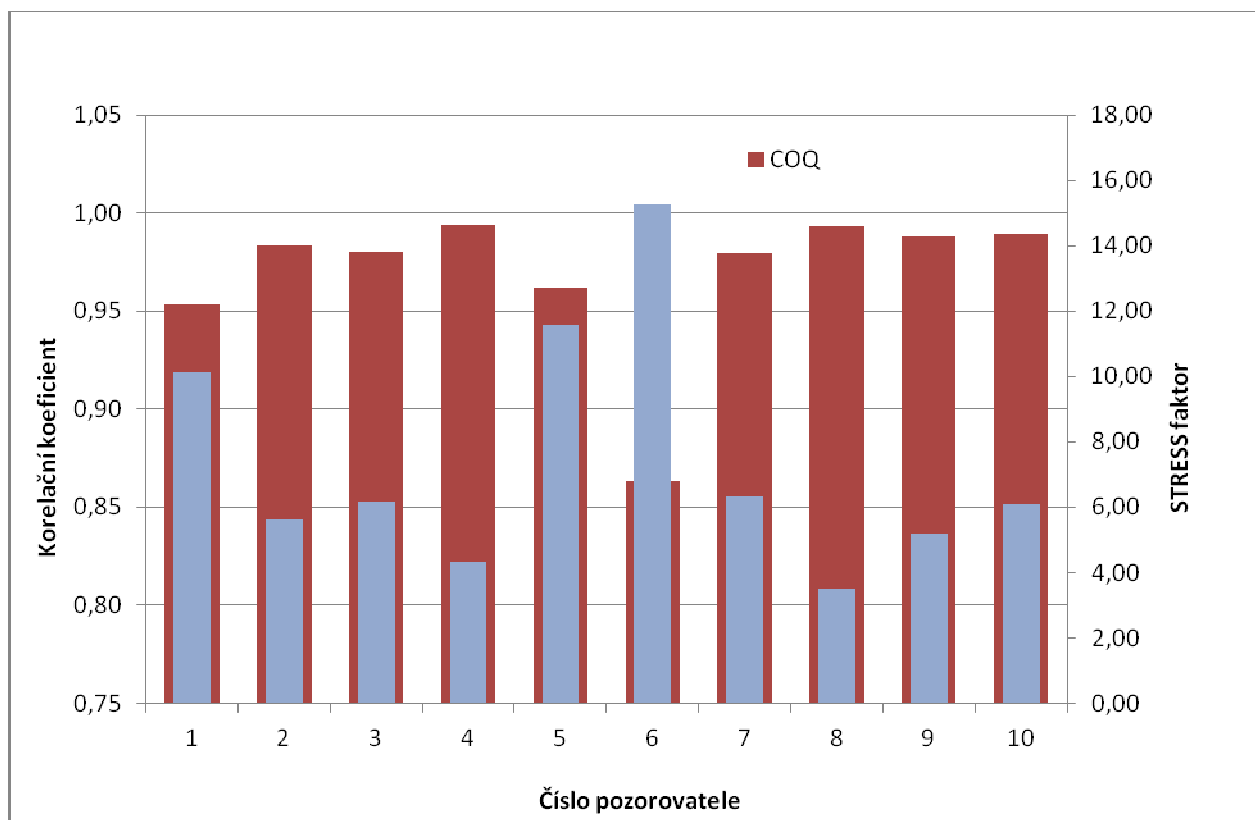
Do tabulky v programu EXCEL byly vloženy robustní průměry naměřených dat od všech pozorovatelů a následně provedeny výpočty: Korelační koeficient r a STRESS faktor podle rovnic (1) a (2).



Obr. č. 36. Mezi-pozorovatelská shoda - žlutá



Obr. č. 37. Mezi-pozorovatelská shoda - modrá



Obr. č. 38. Mezi-pozorovatelská shoda - fialová

6. Ozáření

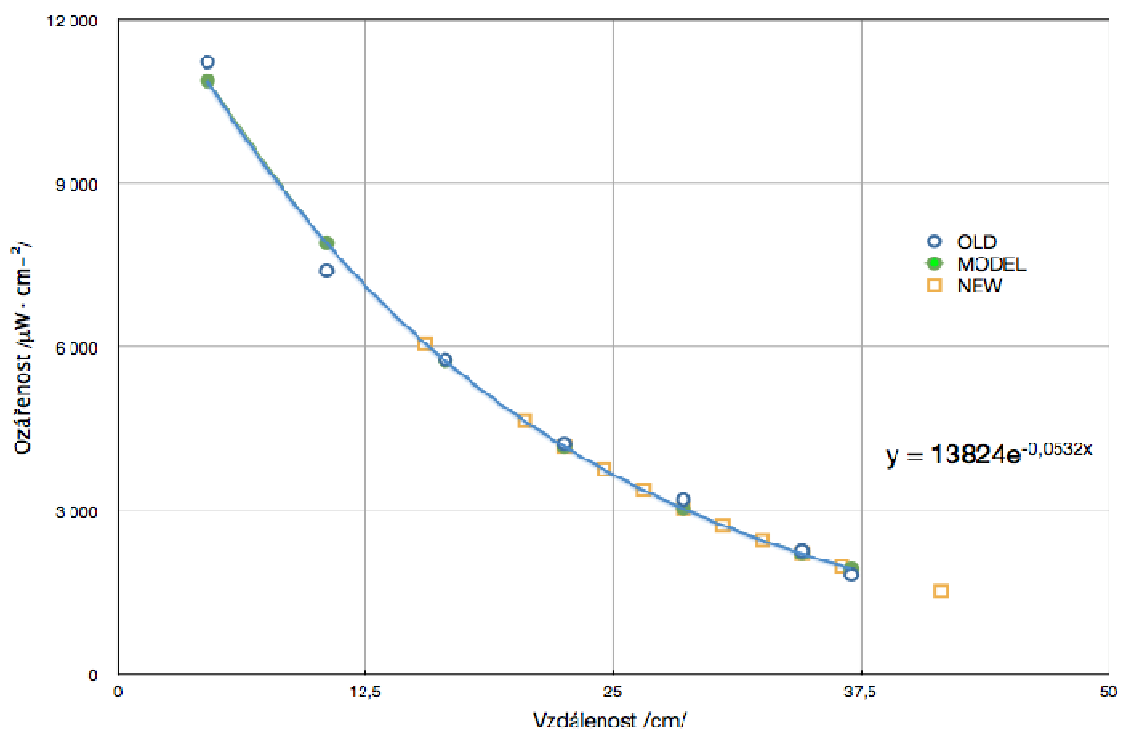
Ozáření [$\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$] je radiometrická veličina vyjadřující intenzitu ozáření na určitou plochu [18].

V tabulce jsou uvedené hodnoty ozáření OLD, které byly naměřeny v dřívější době, dále pak hodnoty ozáření MODELU a hodnoty ozáření NEW, které byly vypočteny na základě této tabulky.

Vzdálenost [cm]	OLD	Vzdálenost [cm]	MODEL	Převod použitých vzdáleností při přirovnávání na vzdálenosti měřené od zdroje osvětlení [cm]		NEW	barevná stupnice 1-3
				41,5	0		
37	1825	37	1930,9386	0	41,5	1520	1,44
34,5	2259	34,5	2205,6146	5	36,5	1983	1,44
28,5	3201	28,5	3034,9842	7	34,5	2206	1,50
22,5	4228	22,5	4176,2187	9	32,5	2453	1,56
16,5	5770	16,5	5746,5876	11	30,5	2729	1,67
10,5	7395	10,5	7907,4568	13	28,5	3035	1,83
4,5	11226	4,5	10880,87	15	26,5	3376	1,94
				17	24,5	3755	2,00
				19	22,5	4176	2,06
				21	20,5	4645	2,22
				26	15,5	6061	2,78

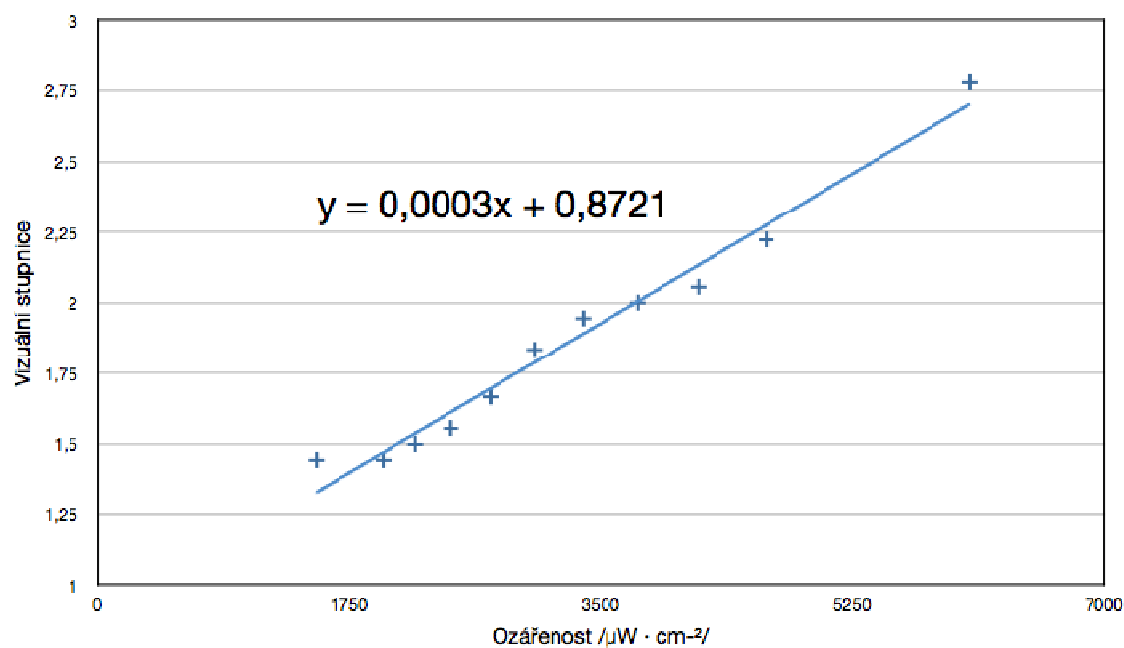
Tab. č. 9. Hodnoty ozáření [$\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$] OLD, MODEL, NEW

Na následujícím grafu na obrázku č. je uvedeno porovnání hodnot ozáření OLD, MODELU a NEW v závislosti na vzdálenosti od zdroje osvětlení. Je zde vidět, že čím blíže je vzorek ke zdroji osvětlení, tím jsou hodnoty ozáření vyšší a naopak.



Obr. č. 39. Porovnání hodnot OLD, MODEL a NEW

Další graf na obrázku ukazuje, že při největším ozáření se fotochromní vzorek zbarví do odstínu High stable, což je z dané stupnice odstínů ten nejtmavší a naopak při nejmenším ozáření se zbarví do odstínu Low stable.



Obr. č. 40. Graf vizuální stupnice v závislosti na ozáření

Diskuze

U pozorovatelů nebylo potvrzeno bezdefektní vidění, proto byl vypočten korelační koeficient a STRESS faktor. U všech pozorovatelů číslo jedna bez ohledu na to jaký vzorek zrovna pozorovali bylo vidět, jak každý další den ovlivňuje jejich vidění. Pozorování jednoho vzorku v jedné výšce mělo vždy pět opakování. Tudíž trvalo minimálně pět dní. Korelační koeficient nabyl pokaždé přímé závislosti poměrně jednoznačně. V případě žlutého a modrého vzorku nešel korelační koeficient pod hodnotu 0,75. U fialového vzorku dokonce byla nejnižší korelační hodnota cca 0,79. Ideálnímu posudku se podle STRESS faktoru nejvíce blížilo přirovnání prvního pozorovatele k dané stupnici žlutého vzorku v třetí den. Protože právě třetího dne byla hodnota STRESS faktoru nejnižší. Naopak nejvyšší hodnota byla zaznamenána hned v první den. U modrého vzorku bylo nejbližší ideálnímu posudku přirovnání, které bylo vykonané čtvrtého dne a naopak nejméně se ideálnímu posudku přiblížilo přirovnání v den první stejně jako u žlutého vzorku. Pro fialový vzorek platilo u prvního pozorovatele, že nejbližší ideálnímu posudku bylo přirovnání v první a čtvrtý den a nejdále v den pátý. Jak je vidět ze všech obrázků grafů, pro každého z deseti pozorovatelů (viz. příloha na nosiči CD-ROM), každého jedince může ovlivnit cokoliv a hlavně kdykoliv. Pro ideální vyhodnocení by určitě bylo lepší mít pozorovatele s bezdefektním viděním, ale pro tuto práci, která by měla sloužit především pro běžné uživatele bez ohledu na to, zda např. nosí či nenosí brýle, byla volba pozorovatelů naprosto náhodná.

Po vyhodnocení každého pozorovatele zvlášť byla provedena tzv. mezi- pozorovatelská shoda. Korelační koeficient a STRESS faktor byly vypočteny z robustních průměrů všech pozorovatelů. Vzniklé obrázky grafů ukázaly srovnání všech pozorovatelů navzájem pro každou barvu. Při porovnání jednotlivých grafů (žlutá, modrá a fialová) bylo zjištěno, že nejvyšší hodnoty STRESS faktoru měly pozorovatelé, když přirovnávali žlutý vzorek. Zde docházelo k největším odchylkám mezi jednotlivým pozorováním. Naopak nejmenší hodnoty STRESS faktoru byly zjištěny u fialového vzorku, kde se nejvíce vymykala jedna hodnota tohoto faktoru u pozorovatele číslo šest.

Další část se zabývala ozářeností. Byly vypočítány hodnoty ozářenosti pro jednotlivé vzdálenosti v kterých byly vzorky pozorovány a byly porovnány se starším měřením a s jedním modelem. Daná stupnice používaná při přirovnávání byla následně vztáhnuta k ozářenosti. Zde bylo potom vidět který odstín odpovídá v určitém bodě ozářenosti zbarvujícímu se vzorku.

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout motivy k potisku na ošacení pro batolata, děti předškolního a školního věku s využitím fotochromních pigmentů jako dozimetru UV-A záření. Celkem bylo vytvořeno 18 návrhů, z kterých byly vybrány 3 nejlepší (viz příloha). Pro batolata byly zhotoveny motivy velmi barevné s větší plochou fotochromního fialového pigmentu. Důvodem bylo zjištění, že právě fialově se zbarvující fotochromní pigment je pro běžného pozorovatele nejlépe vidět ve všech odstínech. Pro děti předškolního věku byla zvolena kombinace žlutého a modrého fotochromního pigmentu. Pro děti školního věku byl využit žlutý fotochromní pigment, který naopak prokázal nejmenší rozlišení daných odstínů. Důvodem v tomto případě byl fakt, že děti školního věku již samy dokážou pochopit účel takovýchto motivů a hlavně z hlediska designu si příliš nepotrpí na křiklavé barvy na oblečení.

Úkolem teoretické části bylo pojednat o ultrafialovém záření, designu, fotochromismu, fotochromních pigmentech a především o jejich využití. Využití fotochromních barviv bylo rozděleno do čtyř oblastí (aplikace v oční optice, tisk a aplikace fotochromních barviv v textilním průmyslu, optické paměti a přepínače, využití fotochromních barviv jako senzorického systému pro monitorování intenzity UV-A záření). Do poslední oblasti využití fotochromních pigmentů jako senzorického systému pro monitorování UV-A záření spadají i nakreslené návrhy. Dále bylo pojednáno o fyziologii vidění a menší část byla věnována vizuálnímu hodnocení barev.

V experimentální části se nachází kromě samotných návrhů subjektivní vizuální přirovnání fotochromních vzorků k dané stupnici barev. Deset žen ve věku od 20 do 30 let přirovnávalo vzorky s fotochromními pigmenty ke stupnici odstínů dané barvy v koloristické skříni. Stupnice dané barvy měla pouze tři odstíny. Porovnávání se provádělo vždy pětkrát v každé z jedenácti vzdálenostech od zdroje osvětlení. Bylo tedy provedeno celkem 550 přirovnání.

Dále byla vyhodnocena vnitro-pozorovatelská shoda, kde byl vypočítán korelační koeficient a STRESS faktor. Pro srovnání všech pozorovatelů byla vyhodnocena na základě výpočtů korelačního koeficientu a STRESS faktoru z robustních průměrů i mezi-pozorovatelská shoda. Ta ukázala, že nejlepší viditelnost zbarvení prokázal fialový vzorek, neboť hodnoty STRESS faktoru byly téměř u všech pozorovatelů nejnižší. Naopak hůře viditelné zbarvení pro běžného uživatele prokázal žlutý vzorek.

Nakonec byly vypočteny hodnoty ozáření pro jednotlivé vzdálenosti od zdroje osvětlení. Obrázek grafu ukázal vztah mezi ozářeními a vzdáleností od zdroje osvětlení: Čím blíže byl vzorek ke zdroji osvětlení, tím byly hodnoty ozáření vyšší a naopak. Pro celistvost byl uveden i obrázek grafu dokazující, že při největším ozáření se fotochromní vzorek zbarví do odstínu High stable, což je z dané stupnice odstínů ten nejtmavší a naopak při nejmenším ozáření se zbarví do odstínu Low stable.

Další studie by se mohla zabývat z uživatelského hlediska stálostí fotochromních pigmentů na ošacení při běžném nošení a hlavně jejich stálostí při praní.

Seznam použité literatury

- [1] Baumfield, P.:Chromic phenomena, RSC Cambridge 2001
- [2] Víková, Martina: Kolorimetrie funkčních barviv, Liberec 2009
- [3] Víková, Martina: Přednášky z textilní fyziky
- [4] Vík, Michal: Základy měření barevnosti I. díl 1. vydání, 1995. Technická univerzita Liberec
- [5] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotochromismus> (8. 3. 2012)
- [6] <http://fyzmatik.pise.cz/110627-jak-funguji-samozbarvovaci-skla-bryli.html> (15. 3. 2012)
- [7] Tao, X.: Smart fibres, fabrics, and clothing, Woodhead publishing Ltd, Cambridge
- [8] <http://ketsrv.fel.zcu.cz/diagnostika/konference/Sbornik/Sekce1/73.pdf> (12. 4. 2012)
- [9] <http://fbmi.sirdik.org/9-kapitola/92/921.html> (12. 4.2012)
- [10]
http://pctuning.tyden.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=4237&Itemid=46
(15. 3. 2012)
- [11] <http://www.i-bryle.cz/index.php?adr=1&docid=50> (30. 4. 2012)
- [12] <http://www.uvsunsense.net/co-je-uvsunsense/v-mediich> (8. 3. 2012)
- [13] http://wristbandsonline.com/wristbands_uv_sun_sense.html (30. 4. 2012)
- [14] Chloupková, Tereza: Fyziologické principy procesu vidění – tvorba a vnímání obrazu, diplomová práce, Masarykova univerzita Brno 2007
- [15] <http://fyzika.gbn.cz/phprs/view.php?cislocclanku=2004112001> (25.3. 2012)
- [16] http://www.labo.cz/mft/rad_pasma.htm (25. 3. 2012)
- [17] <http://aktualne.centrum.cz/zahranici/evropa/clanek.phtml?id=739249> (4. 5. 2012)
- [18] Krutská, Tereza: Jednoduchý textilní dozimetr UV záření, diplomová práce, TUL Liberec2008

- [19] http://www.wikiskripta.eu/index.php/Typy_ultrafialov%C3%A9ho_z%C3%A1%C5%99en%C3%AD (8. 3. 2012)
- [20] <http://www.skolertextilu.cz/zus/index.php?page=18> (10. 4. 2012)
- [21] http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=22867 (10. 4. 2012))
- [22] http://www.daicolor.co.jp/english/color_e/color_e01.html (20.4. 2012)
- [23] http://www.colorsystm.com/?page_id=948&lang=en (20. 4. 2012)
- [24] <http://www.videni.cz/nemoci-oci/barvoslepost> (1. 5. 2012)
- [25] Jirásková, M. – Jirásek, L.: Sluneční záření a jeho působení na kůži. Pracovní lékařství, Praha 2000
- [26] Ritter Axel: Smart materials in architecture, interior architecture and design, Berlin 2007
- [27] <http://www.talk2myshirt.com/blog/archives/3113> (15. 5. 2012)
- [28] <http://web.kolin.cz/optika/bryle.htm> (15. 5. 2012)
- [29] <http://www.solaractiveintl.com/recent-projects-solar-active-uv-color-change-products-ezp-4.html> (15. 5. 2012)
- [30] <http://www.futurefeeder.com/2005/03/reversacol-photochromic-dye/> (16. 5. 2012)
- [31] <http://www.vivimedlabs.com/vivimed-products/reversacol-photochromic-dyes/?page=vivimed-products&value=reversacol-photochromic-dyes> (16. 5. 2012)